รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. 2546. รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2546. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2542. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม. เล่มที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรทัย ชวาลภาฤทธิ์. 2545. คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:จุดทอง.

ภาษาอังกฤษ

Ahn, J.H.; and Forster, C.F. 2002. The effect of temperature variations on the performance of mesophilic and thermophilic anaerobic filters treating a simulated papermill wastewater. Process Biochemistry 37: 589-594.

APHA; AWWA; and WPCF. 2005. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. APHA Inc.

Archer, D.B.; and Kirsop, B.H. 1991. The microbiology and control of anaerobic digestion, pp. Anaerobic Digestion: A Waste Treatment Technology : 49-91.

Benemann J. 1996. Hydrogen biotechnology: progress and prospects. Nature Biotechnol 14: 1101-3.

Chang, J.S.; Lee, K.S; and Lin, P.J. 2002. Biohydrogen production with fixed-bed bioreactors. International Journal of Hydrogen Energy 27: 1167-1174.

Cheong, D.Y.; and Hansen, C.L. 2006. Acidogenesis characteristics of natural, mixed anaerobes converting carbohydrate-rich synthetic wastewater to hydrogen. Process Biochemistry 41: 1736-1745.

Grady, C.P.L.; Daigger, JR.G.T.; and Lim, H.C.. 1999. Biological Wastewater Treatment. New York: Marcel Dekker.

Han, S.K.; and Shin, H.S. 2004. Biohydrogen production by anaerobic fermentation of food waste. International Journal of Hydrogen Energy 29: 569-577.

Khanal, S. K.; Chen, W.H.; Li, L.; and Sung, S. 2004. Biological hydrogen production: effects of pH and intermediate products. International Journal of Hydrogen Energy 29: 1123-1131.

Kim, S.H.; Han, S.K.; and Shin, H.S. 2004. Feasibility of biohydrogen production by anaerobic co-digestion of food waste and sewage sludge. International Journal of Hydrogen Energy 29: 1607-1616.

Liu, G.; and Shen, J. 2004. Effects of Culture and Medium Conditions on Hydrogen Production from Starch Using Anaerobic Bacteria. Journal of Bioscience and Bioengineering 98: 251-256.

Logan, B.E.; Oh, S.E.; Kim, I.S. and Van Ginkel, S. W. 2001. Biohydrogen production measured in batch anaerobic respirometers. Environ Sci Technol 36(11): 2530-2535.

Macleod, F.A.; Guiot, S.R.; and Costeron, J.W. 1990. Layered structure and bacterial aggregates produced in an upflow anaerobic sludge bed and filter reactor. Appl. Environ. Microbiol. 55 (6): 1589-1607.

Marchaim, U.; and Krause, C. 1993. Propionic to acetic acid ratios in overloaded anaerobic digestion. Bioresource Technology 43: 195-203.

Masse, D.I.; and Masse, L. 2001. The effect of temperature on slaughterhouse wastewater treatment in anaerobic sequencing batch reactors. Bioresource Technology 76: 91-98.

Midilli, A.; Ay, M.; Dincer, I.; and Rosen, M.A. 2005. On hydrogen and hydrogen energy strategies I: current status and needs. Renewable and Sustainable Energy Reviews 9: 255-271.

Price, E.C.; and Cheremisinoff, P.N. 1981. Biogas Production and Utilization

Shin, H.S.; Youn, J.H.; and Kim, S.H. 2004. Hydrogen production from food waste in anaerobic mesophilic and thermophilic acidogenesis. International Journal of Hydrogen Energy 29: 1355-1363.

Van Ginkel, S. W.; Lay, J.J.; and Sung, S. 2001. Biohydrogen production as a function of pH and substrate concentration. Environ Sci Technol 35(24): 4719-4725.

Van Ginkel, S. W.; Oh, S. E.; and Logan, B. E. 2005. Biohydrogen gas production from food processing and domestic wastewaters. International Journal of Hydrogen Energy 30: 1535-1542.

Visser, A.; Gaoy.; and Lettinga, G. 1994. Anaerobic Treatment of Sulfate Containing Wastewaters. Proceedings of the 1st international Traing Course on Anaerobic and Low cost Treatment of Wastewater and Waste

Water Environment Research Foundation (WERF). 1999. Research needs to optimize wastewater resource utilization. Project 98-CTS-1: 4-5.

Yilmazer, G.; and Yenigun, O. 1999. Two-phase anaerobic treatment of cheese whey. Wat. Sci. Tech. 40 (1): 289-295.

Zhang, T.; Liu, H.; and Fang, H.H.P. 2003. Biohydrogen production from starch in wastewater under thermophilic condition. Journal of Environmental Management 69: 149-156.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลผลการทดลอง

การทดลองทั้งหมดในการวิจัยนี้ทำในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยข้อมูลผลการทดลองของแต่ละชุดทดลองนั้นแสดงดังนี้

ตาราง ก-1 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 5
ตาราง ก-2 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 6
ตาราง ก-3 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 6.5
ตาราง ก-4 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 5
ตาราง ก-5 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 6
ตาราง ก-6 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 6.5
ตาราง ก-7 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 5
ตาราง ก-8 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 6
ตาราง ก-9 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 6.5

ตาราง ก-1 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 5

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H_2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH_3COOH)	ALK (mg/l $CaCO_3$)
2/6/50	0	0		3222	16.11	0	0	4730	207	211
3/6/50	1									
4/6/50	2	230	59.2431	2465	12.33	3.78	47.94	1180	138	168
5/6/50	3	260	58.3256	2307	10.96	5.15	43.67	960	121	59
6/6/50	4	340	53.416	1896	8.91	7.20	37.29	900	103	193
7/6/50	5	350	59.639	2370	11.02	7.56	36.15	1820	86	155
8/6/50	6	381	57.1434	1791	8.24	7.87	35.18	1518	82	68
9/6/50	7									
10/6/50	8									
11/6/50	9	551	57.1434	177	0.81	15.30	11.99	1810	85	90
12/6/50	10	590	58.0094	173	0.87	15.24		1780	87	86
13/6/50	11	590	58.0094							
14/6/50	12	590	58.0094							
15/6/50	13	590	58.0094							
16/6/50	14	590	58.0094	169	0.85	14.40		1501	98	68

ตาราง ก-2 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 6

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H_2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
2/6/50	0	0		3222	16.11	0.00	0	4730	207	211
3/6/50	1									
4/6/50	2	420	60	1896	9.48	6.63	197.06	1820	123	227
5/6/50	3	1302	58.3291	1454	6.91	9.20	260.31	1000	97	167
6/6/50	4	1762	60	1322	6.21	9.89	277.31	780	79	309
7/6/50	5	3190	60	284	1.32	14.79	397.45	900	83	50
8/6/50	6	3194	60	264	1.21	14.89	400.12	1620	86	145
9/6/50	7									
10/6/50	8									
11/6/50	9	3240	60	308	1.40	14.71	395.49	1247	92	383
12/6/50	10	3240	60	323	1.45	14.65	394.22	700	106	319
13/6/50	11									
14/6/50	12									
15/6/50	13									
16/6/50	14	3240	60	137	0.62	15.49	414.78	680	74	287

ตาราง ก-3 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 6.5

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H_2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH_3COOH)	ALK (mg/l $CaCO_3$)
2/6/50	0	0		3222	16.11	0.00	0.00	4730	207	211
3/6/50	1									
4/6/50	2	520	57.674	2124	10.62	5.49	145.43	6220	114	263
5/6/50	3	1185	60	1281	6.02	10.09	261.27	5374	78	266
6/6/50	4	2840	60	253	1.18	14.93	383.25	4350	71	367
7/6/50	5	2880	60	411	1.89	14.22	365.25	3608	57	119
8/6/50	6	2917	60	151	0.69	15.42	395.39	3215	58	242
9/6/50	7									
10/6/50	8									
11/6/50	9	3180	60	111	0.51	15.60	400.14	1820	56	698
12/6/50	10	3180	60	177	0.80	15.31	392.75	480	56	472
13/6/50	11	3180								
14/6/50	12	3180								
15/6/50	13	3180								
16/6/50	14		60	168	0.84	15.27		600	41	330

ตาราง ก-4 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 5

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
2/7/50	0	0		4227	21.14	0.00	0.00	3870	681	476
3/7/50	1	80	65.0115	3822	18.73	2.41	40.74	2775	669	209
4/7/50	2	280	47.6756	2828	13.71	7.42	20.15	4920	882	243
5/7/50	3			2097	10.07	11.07	5.17	2111	1134	750
6/7/50	4	310	63.6309	1891	9.07	12.06	1.10	2869	1163	808
7/7/50	5		63.6309	1790	8.59	12.54		3580	1045	780
8/7/50	6						1.38			
9/7/50	7	310	62.3045	1966	9.14	11.99	2.64	5680	756	456
10/7/50	8	310	62.3045	2054	9.45	11.69	0.68	4948	601	530
11/7/50	9			1972	8.97	12.16	25.49	6280		
12/7/50	10		62.3045							
13/7/50	11	370	55.0565	2095	9.43	11.71	2.55	2769	778	644
14/7/50	12	370	62.9915							
15/7/50	13	370		2394	10.65	10.48	7.59	2220	1243	559

ตาราง ก-5 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 6

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
2/7/50	0	0		4227	21.14	0.00	0.00	3870	681	476
3/7/50	1	330	56.7653	3306	16.53	4.61	7.64	1560	855	359
4/7/50	2	460	47.6756	2276	11.15	9.98	74.22	1260	1103	578
5/7/50	3	520		2194	10.42	10.72	107.23	2720	1204	1013
6/7/50	4	560	60.6488	2189	10.40	10.74	108.19	1500	988	1270
7/7/50	5	720	59.3704	2075	9.86	11.28	136.47	2500	812	1175
8/7/50	6									
9/7/50	7	1340		1726	7.94	13.20	261.78	5280	421	719
10/7/50	8	1490	59.3704	1397	6.29	14.85	401.16	6600	263	741
11/7/50	9	2090		1417	6.23	14.90	405.95	8700		726
12/7/50	10									
13/7/50	11	2090	36.6613	1233	5.36	15.77	491.92	1730	108	816
14/7/50	12	2350	33.7056							
15/7/50	13	2670	33.7056	1114	4.79	16.35	552.77	1640	175	558

ตาราง ก-6 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 6.5

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
2/7/50	0	0		4227	21.14	0.00	0.00	3870	681	476
3/7/50	1	370	58.6294	2892	14.46	6.67		1200	855	461
4/7/50	2	370	65.2609	2414	11.83	9.31	13.75	2280	949	766
5/7/50	3	370	61.3626	2189	10.29	10.85	30.93	1520	1244	1370
6/7/50	4	370	41.6785	1177	5.53	15.60	117.10	1360	1031	1288
7/7/50	5	530	41.6738	977	4.59	16.55	140.19	1980	788	1396
8/7/50	6	530								
9/7/50	7							5300	46	824
10/7/50	8	630	41.6738	857	3.85	17.28	159.54	7380	76	712
11/7/50	9	730		722	3.18	17.96	178.46	8900		603
12/7/50	10									
13/7/50	11	930	35.2059	844	3.63	17.51	165.76	3784	36	966
14/7/50	12	930								
15/7/50	13	930	55.3847	445	1.92	19.22	216.34	3400	18	949

ตาราง ก-7 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 5

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H_2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
26/11/50	0	0		3272	16.36	0.00	0.00	4240	536	1267
27/11/50	1	895	76.0026	575	2.87	13.49	1336.52	4460		
28/11/50	2	1355	77.1225	409	2.04	14.32	640.49	2390	152	1054
29/11/50	3	1395	78.5627	339	1.70	14.66	345.30	2080	140	80
30/11/50	4	1419	78.5627	217	1.09	15.27		3980	60	82
1/12/50	5	1460	77.8742	103	0.51	15.85		3593	100	70
2/12/50	6	1500	79.1319							
3/12/50	7	1500	79.1	191	0.96	15.40		3140	94	23
4/12/50	8	1500	78.74	271	1.36	15.00	5.64	2460	141	65
5/12/50	9	1540	83.8717	270	1.35	15.01		3260	137	
6/12/50	10	1600	79.0367					5440	125	63
7/12/50	11	1600	79.0367	277	1.39	14.98		6860		190
8/12/50	12	1600	80.0799					5600	152	223
9/12/50	13	1600	80.0799							
10/12/50	14	1620	80.0799	283	1.42	14.95				

ตาราง ก-8 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 6

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H_2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
26/11/50	0	0		3272	163.60	0.00	0.00	4240	536	1267
27/11/50	1	1230	82.6379	430	2.15	161.45	1198.88	3360		
28/11/50	2	1670	77.421	403	2.00	161.60	1109.94	3040	180	1447
29/11/50	3	1820	79.2985	376	1.84	161.76	1022.55	3100	87	543
30/11/50	4	2040	79.2985	379	1.86	161.74	1030.04	7480	42	229
1/12/50	5	2140	77.02	343	1.65	161.95	908.52	11520	90	723
2/12/50	6	2210	79.3984							
3/12/50	7	2265	81.8225	380	1.79	161.81	989.02	7220	55	320
4/12/50	8	2500	79.358	205	0.96	162.64	514.52	3080	74	132
5/12/50	9	2605	82.071	193	1.09	162.52		3200	18	
6/12/50	10	2700	79.7245					5160	44	309
7/12/50	11	2750	79.7245					4240		517
8/12/50	12	2775	79.8635	217	10.85	152.75		4480	76	176
9/12/50	13	2870	79.8635	195	9.75	153.85				
10/12/50	14	2930	79.8635	203	10.15	153.45				

ตาราง ก-9 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 6.5

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H_2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed สะสม (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
26/11/50	0	0		3272	16.36	0.00	0.00	4240	536	1267
27/11/50	1	1450	84.8469	383	1.92	14.44	889.59	12840		
28/11/50	2	1809	79.1272	409	2.00	14.36	986.76	14460	650	1583
29/11/50	3	2069	81.1426					16354	469	781
30/11/50	4	2189	81.1426	114	0.54	15.82		16370	100	850
1/12/50	5	2314	82.5747	154	0.73	15.63		13520	62	224
2/12/50	6	2419	80.102							
3/12/50	7	2449	81.8111	275	1.29	15.07	196.71	6140	128	927
4/12/50	8	2729	77.7524	409	1.92	14.44	898.75	3900	106	731
5/12/50	9	3079	79.787					5720	120	
6/12/50	10	3359	77.561	413	2.07	14.30		9020	96	343
7/12/50	11	3509	77.561	397	1.99	14.38		5220		1274
8/12/50	12	3594	82.039					6680	74	262
9/12/50	13	3839	82.039							
10/12/50	14	3929	82.039	393	1.97	14.40				

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลการทดลองชุดที่ใช้หัวเชื้อจุลชีพที่ผ่านการต้ม

ตาราง ข-1 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 6
ตาราง ข-2 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 6
ตาราง ข-3 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 6.5

ตาราง ข-1 ผลการทดลองน้ำเสียไบโอดีเซลชุดพีเอชที่ 6

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
17/3/51	0	0		4494	22.92	0.00	0.00	22920	91	125
18/3/51	1	230	68.6682	4468	22.34	0.58	396.51	15060	341	233
19/3/51	2	290	72.5815	3784	18.16	4.76	60.93	21820	375	250
20/3/51	3	617	68.625	3732	17.73	5.19	118.82	13220	120	228
21/3/51	4	760	68.625	3334	15.67	7.25	104.79	15200	174	319
22/3/51	5	880	71.7971	1126	5.18	17.74	49.60	12260	159	375
23/3/51	6	980	72.0057							
24/3/51	7	1020	72.0057							
25/3/51	8	1020	72.0057							

ตาราง ข-2 ผลการทดลองน้ำเสียแป้งมันชุดพีเอชที่ 6

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
17/3/51	0	0		3449	17.93	0.00	0.00	17100	300	601
18/3/51	1	80	25.5463	2508	12.57	5.37	14.90	16820	600	887
19/3/51	2	160	74.231	1696	8.14	9.79	16.34	30740	1080	810
20/3/51	3	210	74.231	2609	12.52	5.41	38.82	17240	1027	717
21/3/51	4	210	74.231	2626	12.47	5.46	38.46	12200	1133	728
22/3/51	5	260	72.7599	3189	15.12	2.82	92.24	13520	1285	733
23/3/51	6	350	69.6575							
24/3/51	7	390	69.6575							
25/3/51	8	390	69.6575							

ตาราง ข-3 ผลการทดลองน้ำเสียปลากระป๋องชุดพีเอชที่ 6.5

ว/ด/ป	ลำดับวัน	GAS (ml)	%H2	COD (mg/l)	COD (g)	COD removed (g)	อัตราการผลิตก๊าซ (ml/g COD removed)	MLSS (mg/l)	VFA (mg/l CH3COOH)	ALK (mg/l CaCO3)
17/3/51	0	0		2116	10.90	0.00	0.00	25380	554	1191
18/3/51	1	1150	23.5448	1359	6.81	4.09	281.00	18620	661	2857
19/3/51	2	1380	72.2199	196	0.93	9.97	138.41	18340	344	1073
20/3/51	3	1580	71.659	391	1.85	9.05	174.58	17180	155	1036
21/3/51	4	1780	71.659	938	4.43	6.47	275.01	11780	76	431
22/3/51	5	1970	74.8857	1764.4	8.33	2.57	766.01	14920	336	329
23/3/51	6	2120	74.7166							
24/3/51	7	2160	74.7166							
25/3/51	8	2160	74.7166							

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟปริมาณสะสมของผลผลิตก๊าซชีวภาพ ด้วยสมการ modified Gompertz

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟปริมาณสะสมของผลผลิตก๊าซชีวภาพด้วยสมการ modified Gompertz

1. สร้างกราฟปริมาณก๊าซสะสมที่ผลิตขึ้นจริงตลอดระยะเวลาการทดลอง

2. สร้างกราฟปริมาณก๊าซสะสมจากสมการ modified Gompertz

$$H(t) = H_{\max} \exp\left\{-\exp\left[\frac{R*e}{H_{\max}}(\lambda - t)+1\right]\right\}$$

เมื่อ $H(t)$ (mL) = ปริมาณของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นที่เวลา t

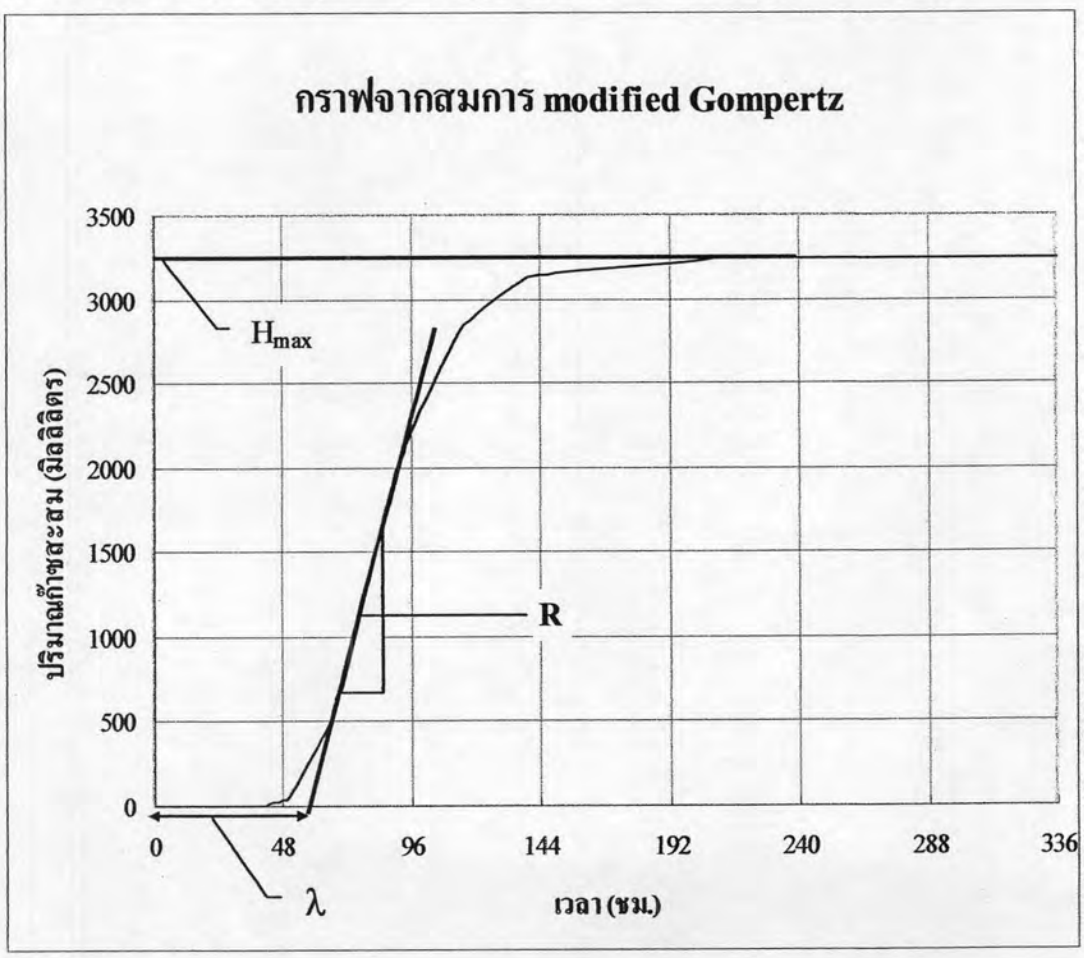
H_{max} (mL) = ปริมาณของก๊าซชีวภาพที่ได้ทั้งหมดได้จากการทดลอง

R (mL/h) = อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ

λ (h) = lag phase

$e = 2.71828$

3. ค่า R และ l หาได้โดยนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการทดลองโดยระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Method of Least Squares) และใช้ฟังก์ชั่น solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการปรับค่าคงที่ในสมการ Modified Gompertz จนกระทั่งได้ค่าอัตราส่วนระหว่างผลรวมค่ากำลังสองของผลต่างของข้อมูลจริงกับข้อมูลจากสมการ ต่อ r^2 (SSE/ r^2) ที่มีค่าน้อยที่สุด

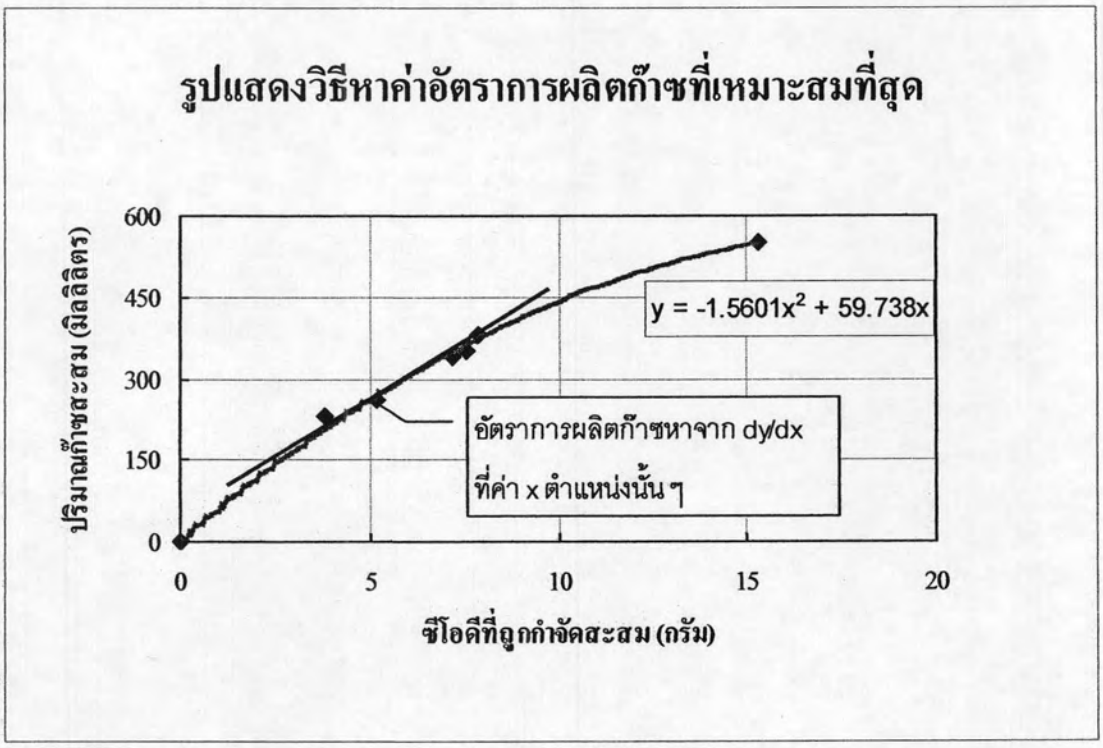


ภาคผนวก ง

วิธีหาค่าอัตราการผลิตก๊าซที่เหมาะสม

วิธีหาค่าอัตราการผลิตก๊าซที่เหมาะสม

1. สร้างกราฟแสดงปริมาณก๊าซสะสมต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดสะสม
2. หาความชันของเส้นกราฟแนวโน้ม ณ ตำแหน่งที่เป็นตัวแทนของข้อมูล
3. ค่าความชันหาได้โดย dy/dx ของสมการเส้นแนวโน้มของการทดลอง



หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายพิพัฒน์ พรอำนวย เกิดวันที่ 9 ตุลาคม 2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเมื่อปี พ.ศ. 2543 และได้เข้าศึกษาต่อในภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ในปี พ.ศ. 2547 ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพิพัฒน์ พรอำนวย เกิดวันที่ 9 ตุลาคม 2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเมื่อปี พ.ศ. 2543 และได้เข้าศึกษาต่อในภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ในปี พ.ศ. 2547 ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548